

## Optical viewing device

Patent Number: ☐ US4784118  
Publication date: 1988-11-15  
Inventor(s): COSTA PETER F (US); FANTONE STEVEN D (US); HOLMES WILLIAM A (US);  
MOLL FREDERICK H (US)  
Applicant(s): ENDOTHERAPEUTICS (US)  
Requested  
Patent: ☐ EP0358678 (WO8808271), A4, B1  
Application  
Number: US19870043335 19870428  
Priority Number  
(s): US19870043335 19870428  
IPC  
Classification: A61B1/00  
EC Classification: A61B1/00B, A61B1/002  
Equivalents: AU1711488, AU614906, CA1331594, DE3854156D, DE3854156T, JP2503361T,  
JP2859621B2, ☐ WO8808271

---

### Abstract

An apparatus for viewing a region within a body cavity or the like. The apparatus includes an elongate light pipe having a distal end and a proximal end, which light pipe illuminates the region to be viewed adjacent the distal end of the pipe. An objective lens system is carried at that distal end which in a preferred embodiment forms a focused real image of the illuminated region. This image is transmitted to the viewer through a series of relay lenses and, at the proximal end of the apparatus, through a viewing lens system. The light pipe and the lenses are composed of a polymeric material such as styrene, polycarbonate, acrylic, or the like, and are preferably aspheric lenses.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
A 61 B 1/00

87 EP 0 358 678 B1

10 DE 38 54 156 T 2

21	Deutsches Aktenzeichen:	38 54 156.4
86	PCT-Aktenzeichen:	PCT/US88/01332
86	Europäisches Aktenzeichen:	88 904 159.6
87	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 88/08271
86	PCT-Anmeldetag:	25. 4. 88
87	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	3. 11. 88
87	Erstveröffentlichung durch das EPA:	21. 3. 90
87	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	12. 7. 95
47	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	9. 11. 95

DE 38 54 156 T 2

30 Unionspriorität: 32 33 31

28.04.87 US 43335

73 Patentinhaber:

MinvaSurg, Inc., Menlo Park, Calif., US

74 Vertreter:

Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,  
80538 München

84 Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, DE, FR, GB, IT, LI, LU, NL, SE

72 Erfinder:

FANTONE, Steven, D., Lynnfield, MA 01940, US;  
COSTA, Peter, F., Cambridge, MA 02138, US;  
HOLMES, William, A., Marblehead, MA 01945, US;  
MOLL, Frederick, H., San Francisco, CA 94115, US

54 OPTISCHES BEOBACHTUNGSGERÄT.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 38 54 156 T 2

Die Erfindung betrifft allgemein optische Betrachtungsvorrichtungen und betrifft insbesondere ein einmal verwendbares Endoskop zur Verwendung beim Betrachten eines Bereiches in einer Körperhöhle oder dergleichen, sowie ein optisches System zur Verwendung in einem solchen Endoskop.

Es sind Instrumente bekannt, mit denen typischerweise unzugängliche Bereiche und Organe in dem Körper eines Patienten sichtbar gemacht werden können. Solche optischen Betrachtungsinstrumente oder "Endoskope" machen es oft unnötig, aus einem inneren Organ des lebenden Körpers Gewebeproben zur Untersuchung unter einem herkömmlichen Mikroskop zu exzidieren. Auch können Endoskope, wie zum Beispiel in US-A-3 677 262 (Zukowski) und US-A-4 392 485 (Hiltebrandt) offenbart ist, ferner mit einer Einrichtung zur Lagerung und Führung von chirurgischen Instrumenten in dem Körper eines Patienten versehen sein.

Ihrer Konstruktion nach umfassen Endoskope typischerweise einen Lichtleiter zum Ausleuchten des zu betrachtenden Bereiches, mindestens eine Linsenanordnung zum Fokussieren und Übertragen des Bildes des beleuchteten Objektes und ein Gehäuse für die gesamte Anordnung, das so konstruiert ist, daß Schäden an dem Gewebe bei der Untersuchung minimiert werden. Beispiele für solche Endoskope finden sich in US-A-3 089 484 (Hett), US-A-3 257 902 (Hopkins), US-A-3 556 085 (Takahashi), US-A-4 267 828 (Matsuo) und US-A-4 273 110 (Groux).

Bei den Endoskopen nach dem Stand der Technik gibt es mehrere Nachteile, auf die sich die vorliegende Erfindung richtet und zu denen die Kosten und die Komplexität der be-

kannten optischen Betrachtungsvorrichtungen und die entsprechenden Schwierigkeiten bei deren Massenproduktion zählen. Die Vorrichtungen nach dem Stand der Technik enthalten teure und mit Sorgfalt gefertigte Linsen aus geschliffenem Glas in Konstruktionen, die kompliziert und schwierig herzustellen sind. Endoskope weisen typischerweise, wie zum Beispiel in US-A-3 257 902 (Hopkins), eine ziemlich komplizierte Konstruktion auf, um Farblängsfehler zu beseitigen. Auf Grund dessen war es bisher nicht möglich, solche Endoskope als Einwegartikel herzustellen, d.h. aus Kunststoffen, oder leicht in Massenproduktion herzustellen.

Demgemäß ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die oben erwähnten Nachteile beim Stand der Technik zu beseitigen.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine einmal verwendbare optische Vorrichtung mit einer einfachen und preiswerten Konstruktion zu schaffen und ein Endoskop herzustellen, das eine solche optische Vorrichtung aufweist.

Noch eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein einmal verwendbares Endoskop herzustellen, bei dem die Objektiv-, Übertragungs- und Betrachtungslinsenanordnungen aus einem Polymermaterial gefertigt sind.

In DE-A-3 005 479 wird ein Endoskop gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 offenbart. Bei diesem Endoskop kommt ein optisches System zur Anwendung, das aus Linsenelementen aus Glas zusammen mit Übertragungslinsen aus Glas besteht, die in verkitteten Paaren angeordnet sind. Diese Konstruktion kann zwar ein gutes Bild liefern, ist jedoch teuer und vollkommen ungeeignet zur Verwendung als einmal verwendbares Endoskop. Im Vergleich dazu wird mit der vorliegenden Erfindung gemäß Anspruch 1 nicht nur ein optisches System geschaffen, das unter Verwendung von Linsenelementen aus

Polymermaterial preiswert gefertigt werden kann, sondern bei dem auch die Übertragungslinsenordnung aus speziellen Linsen besteht, die jeweils als Einzelelement geformte bikonvexe polymere Stäbchenlinsen mit brechenden Eingangs- und Ausgangsflächen mit der gleichen Brennweite ausgebildet sind und aus Material mit einem im wesentlichen einheitlichen Brechungsindex gefertigt sind, wobei die Stäbchenlinsen Ende an Ende angeordnet sind. Diese Konstruktion läßt sich sehr einfach herstellen, denn die Stäbchenlinsen können trotz der einfachen Anordnung gleichzeitig Ende an Ende einfach entlang ihrer Achse verkeilt werden und ermöglichen eine automatische Beseitigung von Farbquerfehlern, wobei darauf hinzuweisen ist, daß keine größere Einrichtung zur Beseitigung von Farblängsfehlern erforderlich ist, da das Auge nicht besonders empfindlich gegen Farblängsfehler ist.

In US-A-4 036 218 wird zwar die Verwendung einer Übertragungsanordnung aus Glaslinsen und Glasblöcken offenbart, die Ende an Ende angeordnet sind, die Linsen selbst sind jedoch nicht Ende an Ende angeordnet, sondern zwischen ihnen sind Glasblöcke eingesetzt. Im Vergleich dazu sind bei der vorliegenden Erfindung die Stäbchenlinsen Ende an Ende angeordnet, wodurch eine äußerst einfache Konstruktion geschaffen wird, die die automatische Beseitigung von Farbquerfehlern ermöglicht und sehr einfach aus Polymermaterial hergestellt werden kann. Die Verwendung von Polymermaterial für Linsen ist bekannt aus "Optical Production Technology" (Optische Fertigungstechnik), D.F. Horne, Adam Hilger Ltd., Bristol, Zweite Auflage 1983, Seiten 221 bis 225, 253 bis 259, 292 und 293. In dieser Offenbarung wird jedoch kein Hinweis darauf gegeben, wie eine Übertragungslinsenordnung in der durch die vorliegende Erfindung erforderlichen Weise zusammengefügt werden kann.

Bei der bevorzugten Konstruktion des Endoskops ist das optische System in einem Lichtleiter gelagert und befestigt,

der dazu dient, den zu betrachtenden Bereich auszuleuchten. Bei der bevorzugten und sehr einfachen Konstruktion gemäß der Beschreibung sind der Lichtleiter und die auf ihm gelagerten und von ihm ausgerichteten Objektiv-, Übertragungs- und Betrachtungslinsensysteme des optischen Systems in einem langgestreckten, im wesentlichen starren Rohr untergebracht, wobei die der Übertragung dienenden Stäbchenlinsen sicher in dem Rohr verkeilt sind, so daß sie in axialer Ausrichtung entlang der Länge des Rohres gehalten werden.

Es kann ein solches einmal verwendbares Endoskop geschaffen werden, das für eine direkte visuelle Betrachtung eines Bereiches konfiguriert ist. Alternativ kann das einmal verwendbare Endoskop auch zur Herstellung einer fotografischen oder elektronischen Aufnahme oder Anzeige benutzt werden, d.h. indem das Endoskop an eine Anzeigeeinrichtung oder eine Kamera oder eine andere Bildaufnahmeeinrichtung angeschlossen wird.

Bei der bevorzugten Konstruktion des Endoskops dient der Lichtleiter auch als Lagerungseinrichtung für die gesamte optische Anordnung und verringert auf diese Weise die Anzahl und Komplexität der Teile in der Vorrichtung. Das einmal verwendbare Endoskop ist vorzugsweise so versiegelt, daß es sowohl luftdicht als auch wasserdicht wird.

Bei einer bevorzugten Konstruktion umfaßt das Objektivlinsensystem asphärische Linsenelemente. Diese Linsenelemente sind vorzugsweise so konstruiert, daß sie ein fokussiertes, reelles Bild des beleuchteten Bereiches vor dessen Übertragung durch die Vorrichtung liefern, obwohl die Linsenelemente auch so konstruiert sein könnten, daß sie vor der Übertragung auch ein virtuelles Bild liefern.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Betrachtungslinsensystem zwecks Maximierung der Länge des Endoskops eine umgekehrte Teleobjektivanordnung.

Bei dem bevorzugten Endoskop weist der Lichtleiter einen langgestreckten distalen Abschnitt auf, der sich von dem distalen Ende des Lichtleiters bis zu einer Krümmung in dem Lichtleiter im Bereich des proximalen Endes des Lichtleiters erstreckt, und ist an dem langgestreckten Abschnitt mit einem darin ausgebildeten langgestreckten, muldenartigen Hohlraum versehen. Der Hohlraum dient als Lagerungseinrichtung für die Reihe von polymeren, der Übertragung dienenden Stäbchenlinsen, die Ende an Ende in diesem ausgerichtet sind. Der distale Endabschnitt des Lichtleiters und die Übertragungslinsen sind in einem versiegelten, langgestreckten, im wesentlichen starren Rohr untergebracht, wobei die Übertragungslinsen zwischen dem Hohlraum und dem Rohr sicher verkeilt sind, so daß die Linsen in axialer Ausrichtung gehalten werden. Die Krümmung in dem Lichtleiter ist vorzugsweise minimal, d.h. sie sollte im wesentlichen eine störende, konstruktionsbedingte Beeinflussung der Betrachtungslinsenordnung beseitigen und dabei den Lichtverlust an der Krümmung minimieren.

Das durch diese Ausführungsformen hergestellte Sichtfeld liegt allgemein in der Größenordnung von  $60^\circ$  bis  $70^\circ$ , obwohl die Objektivlinsenordnung so konstruiert sein kann, daß sie ein schmaleres oder breiteres Sichtfeld schafft. An dem distalen Ende des Lichtleiters kann eine Fresnel-Linse oder eine andere optische Linse in die Vorrichtung eingebaut sein. Eine solche Anordnung bricht das Licht aus dem Lichtleiter in einem größeren Kegel und ergibt auf diese Weise einen größeren ausgeleuchteten Bereich. Diese Anordnung kann auch dazu dienen, den Wellenlängenschwerpunkt des Beleuchtungsmusters abzulenken.



Um eine rentable Herstellung zu gewährleisten, werden der Lichtleiter sowie die Objektiv-, Übertragungs- und Betrachtungslinsenarrangements aus einem Polymermaterial gefertigt, das sich zum Spritzgießen eignet. Geeignete Materialien sind Acrylderivate, Polystyrole, Polycarbonate sowie Styrol-Acrylnitril(SAN)-Copolymere.

Wahlweise kann am proximalen Ende der Vorrichtung eine Einrichtung vorgesehen werden, um die Vorrichtung an eine Aufnahme- oder Anzeigeeinrichtung anzuschließen. Mit einer Aufnahmeeinrichtung kann zum Beispiel eine fotografische oder elektronische Aufnahme von einer endoskopischen Untersuchung angefertigt werden.

FIG. 1 ist eine Querschnittsansicht einer durch die Erfindung verkörpert bevorzugten Ausführungsform eines Endoskops;

FIG. 2 ist eine auseinandergezogene, perspektivische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform des Endoskops, die zeigt, wie die Reihe von Stäbchenlinsen Ende an Ende in dem geformten Lichtleiter angeordnet sind; und

FIG. 3 ist eine Querschnittsansicht entlang der Linien 3-3 von FIG. 1 und zeigt insbesondere die Anordnung von einer der Stäbchenlinsen in dem Lichtleiter.

FIG. 4 ist ein optisches Anordnungsschema einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung und zeigt die Hauptstrahlen und die Bildausrichtung.

Was nun die Zeichnungen im einzelnen betrifft, so ist in den Figuren 1 und 2 bei 10 allgemein die optische Betrachtungsvorrichtung zu sehen und so positioniert, daß ein Betrachter 12 einen Bereich 24 in einer Körperhöhle oder dergleichen untersuchen kann.

Ein langgestreckter, in der Vorrichtung 10 angeordneter Lichtleiter 14 ist mit einem distalen Ende 18 versehen, das in der Nähe des zu betrachtenden Bereichs 24 liegt, sowie mit einem proximalen Ende 16. Der Lichtleiter richtet das Licht von einer an dem proximalen Ende 16 gelegenen geeigneten Lichtquelle 20 entlang seiner Länge zu dem distalen Ende 18. An dem distalen Ende des Lichtleiters ist ein Objektivlinsensystem angeordnet, das insgesamt mit 22 bezeichnet ist und eine Vielzahl von polymeren Linsenelementen umfaßt. Die polymeren Linsenelemente weisen vorzugsweise mindestens eine asphärische Fläche auf, um die Klarheit des Bildes über ein weites Sichtfeld zu verbessern. Wenn die Vorrichtung in geeigneter Weise positioniert ist, wird das von dem Lichtleiter 14 auf den zu untersuchenden Bereich gerichtete Licht von dort reflektiert und von dem Objektivlinsensystem 22 abgebildet.

Bei der in den Zeichnungen dargestellten bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Objektivlinsensystem 22 die folgenden Linsen, die vorzugsweise ein fokussiertes, reelles Bild des ausgeleuchteten Bereiches in dem Punkt P liefern, d.h. vor der Übertragung. Die Fläche 26 der distalen Zerstreuungslinse 28 nimmt direkt das von dem ausgeleuchteten Bereich reflektierte Licht auf und ist vorzugsweise planar, um eine Änderung der optischen Brechkraft zu vermeiden, wenn das Endoskop in eine Flüssigkeit eingetaucht wird. Die Linse 28 ist vorzugsweise plankonkav, wie zu sehen ist, und auf der konkaven Fläche 25 asphärisch. Dann wird das Bild von der Primärsammellinse 30 verarbeitet, die vorzugsweise eine bikonvexe Objektivlinse mit zwei asphärischen Flächen ist. Die Linsen 28 und 29 bilden zusammen eine umgekehrte Teleobjektivlinse, die eine relativ kurze Brennweite besitzt und ein Sichtfeld in der Größenordnung von 60° bis 70° abdeckt. Die Bildfeldlinse 32 ist proximal zu dem von der Objektivlinse 30 gelieferten Bild angeordnet und ist vorzugsweise ebenfalls eine Bikonvexlinse, wie zu sehen

ist. Ebenso wie an der distalen Zerstreuungslinse 28 sind die Flächen 34 und 36 der Bildfeldlinse 32 vorzugsweise asphärisch, um Öffnungsfehler und andere Fehler zu beseitigen, d.h. um ein höheres Maß an Fehlerbeseitigung zu erreichen und die Anzahl der erforderlichen Linsenelemente zu verringern. Der Hauptzweck der Bildfeldlinse 32 besteht darin, die Abschattung am Rand des Sichtfeldes zu verringern oder zu beseitigen. Die Linse ist in der Nähe der Bildebene positioniert. Die Linsen 28, 30 und 32, die zusammen die Objektivlinsenanordnung hierin bilden, sind aus einem Polymermaterial gefertigt, wie z.B. aus Acryl, Polystyrol, Polycarbonat oder Styrol-Acrylnitril (SAN), vorzugsweise aus einem Material mit geringer Dispersion wie beispielsweise Acryl. Die Fertigung zu geeigneten Konstruktionen wie sie hier dargestellt sind kann durch Spritzgießen, herkömmliches Schleifen und Polieren oder durch Diamantdrehen erfolgen, wobei jedoch das bevorzugte Verfahren das Spritzgießen ist.

Durch diese Anordnung der Linsen 28, 30 und 32 am distalen Ende der Betrachtungsvorrichtung entfällt die Notwendigkeit einer Fokussieranordnung, da die Vorrichtung so optimiert wird, daß sie ein fokussiertes Bild für Bereiche liefert, die in dem Bereich der Abstände betrachtet werden, die allgemein im Rahmen des therapeutischen Zwecks auftreten. Außerhalb des typischen therapeutischen Zwecks wird die Vorrichtung vorzugsweise mit einer Fokussiereinrichtung versehen.

Die Übertragungslinsenanordnung 38 umfaßt eine Vielzahl von Stäbchenlinsen 40, die Ende an Ende angeordnet sind, so daß sie das von dem Objektiv 22 gelieferte Bild durch den langgestreckten Abschnitt der Vorrichtung zu dessen proximalem Ende übertragen. Ebenso wie die Objektivlinsen werden auch die Übertragungslinsen aus einem Polymermaterial gefertigt, das sich zum Spritzgießen eignet, d.h. aus Styrol, Polycar-

bonat, Acryl, Styrol-Acrylnitril (SAN) und dergleichen. Wie oben werden Materialien mit geringer Dispersion bevorzugt, insbesondere Acrylmaterialien. Die Anzahl der Übertragungslinsen wird so gewählt, daß die Anzahl der Flächenbrechungen verringert wird, die das Bild verschlechtern, während sie immer noch genug Licht hindurchlassen. Zur direkten visuellen Betrachtung eines Bereiches ist die Anzahl der Übertragungslinsen vorzugsweise ein ungerades Vielfaches von 2, d.h.  $2(2n+1)$ , wobei  $n$  null oder ganzzahlig ist. Eine besonders bevorzugte Anzahl bei einer solchen Ausführungsform, die die oben angestellten Überlegungen optimiert, ist 6. Wie in Figur 4 veranschaulicht ist, erfordert dadurch eine ordnungsgemäße Bildorientierung typischerweise eine ungerade Anzahl von symmetrisch angeordneten Paaren von der Übertragung dienenden Stäbchenlinsen. Alternativ kann durch die Verwendung eines Umkehrprismas, wie zum Beispiel eines Wendeprismas, eine gerade Anzahl von Übertragungslinsenpaaren eingesetzt werden.

Das in P gebildete Bild wird bei der Übertragung mehrmals kollimiert und refokussiert, z.B. wird das Bild dort, wo 6 Stäbchenlinsen in der Vorrichtung vorhanden sind, dreimal refokussiert. Da die Anordnung der Stäbchenlinsen symmetrisch ist, erfolgt die Beseitigung der Farbquerfehler automatisch, das heißt direkt in der Konstruktion der Übertragungsanordnung. Die Vorrichtung weist keine größeren Einrichtungen zur Beseitigung der Farblängsfehler auf, da das Auge nicht besonders empfindlich für Farblängsfehler ist; dadurch wird eine relativ einfache und preiswerte Konstruktion ermöglicht. Auf Grund der Symmetrie des Übertragungssystems werden auch die Distorsion und Asymmetriefehler beseitigt.

Die einzelnen Stäbchenlinsen sind schwer herzustellen, wenn sie nicht geformt werden, denn der Krümmungsradius beträgt etwa die halbe Länge des Stäbchens (und dadurch würde es

schwierig, mehrere Linsen zum Schleifen auf einen Block zu passen). Bei einer bevorzugten Ausführungsform werden die Stäbchenlinsen durch Spritzgießen auf Standardanlagen gefertigt. Das polymere Material wird in eine geeignete Form eingebracht und auf mindestens etwa 350 °C erhitzt. Es wird eine geeignete Formschließkraft aufgebracht, wonach eine Nachdruckzeit zum Abkühlen folgt. Im allgemeinen werden die erzielten Ergebnisse optimiert bei einem Durchmesser des Formeinspritzkanals, der etwa gleich dem Durchmesser der Stäbchenlinse ist.

Die Stäbchenlinsen sind identische Bikonvexlinsen mit brechenden Eingangs- und Ausgangsflächen 33 und 35 mit der gleichen Brennweite. Je länger die Stäbchenlinsen sind, desto dunkler erscheint das System auf Grund einer Verringerung des Gesamtöffnungsverhältnisses (Blendenzahl) des optischen Systems. Die Länge der Stäbchenlinsen wird auf diese Weise optimiert, so daß genug Licht hindurchgelassen wird und gleichzeitig ein Endoskop mit ausreichender physischer Länge geschaffen wird. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Länge von jeder der Stäbchenlinsen so ausgelegt, daß sie ungefähr gleich der Brennweite der brechenden Flächen ist. Das heißt, bei einer Stäbchenlinse mit einem Brechungsindex  $n$  und einer Fläche mit einer Brennweite  $f$  fokussiert die Linse eine von der Fläche entfernte Strecke  $nf$ ; somit ist die Gesamtblendenzahl des Systems  $f/d$ , wobei  $d$  der Durchmesser der Linse ist. Die Gesamtblendenzahl des Übertragungssystems wird vorzugsweise auf etwa 4 bis 6 optimiert. Der Durchmesser der Stäbchenlinsen beträgt vorzugsweise etwa 5 mm bis etwa 7 mm, und der Brechungsindex der verwendeten Materialien, d.h. von Acryl oder Styrol, liegt in der Größenordnung von etwa 1,48 - 1,49.

Im Bereich des proximalen Endes des Lichtleiters ist ein Betrachtungslinsensystem 42 untergebracht, das das übertra-

gene Bild von der Übertragungslinsenordnung 38 verarbeitet. Bei einer Ausführungsform wird eine umgekehrte Teleobjektivanordnung verwendet, um die Gesamtlänge der Vorrichtung zu vergrößern und die Ausleuchtung des betrachteten Bildes zu verbessern. In einem solchen Falle umfaßt das Betrachtungslinsensystem 42 nur zwei Linsen, eine Linse 44 nach den Stäbchenlinsen und eine Sammellinse 48 mit einem Fenster bei 46. Bei einer zweiten Ausführungsform umfaßt die Betrachtungslinsenordnung 42 drei Linsen, eine Zerstreuungslinse 44 nach den Stäbchenlinsen, eine proximale Zerstreuungslinse 46 (die das Fenster in der umkehrten Teleobjektivanordnung ersetzt) und eine dazwischen angeordnete starke Sammellinse 48. Die Linse 46 nach den Stäbchenlinsen ist vorzugsweise plankonkav, wobei die planare Fläche 50 der Übertragungslinsenordnung gegenüberliegt und direkt das durch diese hindurch übertragene Bild aufnimmt. Ebenso wie die Objektiv- und die Übertragungslinsen sind die Betrachtungslinsen 44, 46 und 48 aus einem geeigneten polymeren Material mit geringer Dispersion gefertigt, das sich zum Spritzgießen eignet.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß das Endoskop der Anmelderin und insbesondere die polymeren asphärischen und die Übertragungslinsen auf diese Weise vollständig aus preiswerten Materialien gefertigt werden, die sich gut zur Massenproduktion eignen. Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird der Lichtleiter selbst aus einem Polymermaterial wie Styrol, Acryl oder Polycarbonat hergestellt, vorzugsweise aus einem Polymermaterial mit einem relativ großen Brechungsindex, wie zum Beispiel aus Polycarbonat ( $n = 1,58$ ).

Bei der oben beschriebenen Ausführungsform beträgt das durch die Objektivlinsenordnung 22 geschaffene Sichtfeld etwa  $60^\circ$  bis etwa  $70^\circ$ . Bei Bedarf kann eine Fresnel-Linse vorgesehen werden, wie zum Beispiel die bei 52 darge-

stellte, so daß das Licht dispergiert wird und sich dadurch die Einheitlichkeit der Ausleuchtung in dem Sichtfeld vergrößert. Die Fresnel-Linse wird durch Anordnung am distalen Ende 18 des Lichtleiters in die Konstruktion eingebracht, wodurch das auf den zu untersuchenden Bereich ausgerichtete Licht gebrochen wird und ein größerer Ausleuchtungsbereich geschaffen wird.

Der Lichtleiter 14 ist entlang seines langgestreckten distalen Abschnitts 56 mit einem langgestreckten muldenartigen Hohlraum 54 versehen. Dieser muldenartige Hohlraum bildet eine Lagerungseinrichtung für die Objektivlinsenordnung sowie für die Übertragungslinsenordnung. Die Übertragungslinsen 40 erstrecken sich entlang des distalen Abschnitts des Lichtleiters und sind Ende an Ende in der oben beschriebenen Weise angeordnet. Der Lichtleiter 14 sowie die verschiedenen Linsenordnungen sind in einem Gehäuse untergebracht, wie z.B. in einem langgestreckten, im wesentlichen starren Rohr 58. Das Rohr ist vorzugsweise aus einem relativ festen, leichten Material hergestellt, wie z.B. aus Aluminium, Edelstahl, Kunststoff und dergleichen. Wie in Figur 3 zu sehen ist, sind die Übertragungslinsen sicher zwischen dem Hohlraum 54 und dem Rohr 58 verkeilt, so daß die Linsen in axialer Ausrichtung entlang der Länge des Rohres gehalten werden. Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Linsen des Objektivlinsensystems 22 in der gleichen Weise zwischen dem Lichtleiter 14 und dem Rohr 58 verkeilt. Das Rohr 58 ist vorzugsweise mit Klebstoff, Füllstoff oder dergleichen versiegelt, so daß eine luftdichte, wasserdichte Dichtung entsteht.

Auf diese Weise wirkt der Lichtleiter zweifach als eine mechanische Halterung für das optische System und schafft eine Einrichtung, um die einzelnen Linsenelemente mühelos auszurichten und zu zentrieren. Dadurch läßt sich das Linsensystem zusammenfügen, ohne daß komplizierte Ausrichtvor-

richtungen erforderlich sind. Der Lichtleiter besteht zwar vorzugsweise aus einem Polymermaterial, das spritzgegossen werden kann, er kann jedoch auch aus Glas- oder Kunststofffasern gefertigt werden.

Wahlweise kann eine Abschirmeinrichtung 60, wie z. B. ein dunkles Papier, ein Mylarmaterial oder ein anderes opakes Material, zwischen dem Lichtleiter 14 und den Übertragungslinsen 40 angeordnet werden, so daß sich das übertragene Bild durch aus dem Lichtleiter streuendes Licht nicht verschlechtert. Die Abschirmeinrichtung 60 trägt auch dazu bei, nicht in das Bild eingehendes Licht abzuschirmen, d.h. es wird verhindert, daß Licht aus dem Lichtleiter direkt in die Stäbchenlinsen eintreten kann. Auch können die Distanzstücke 62 und 64 eingefügt werden, um den Lichtleiter 14 physisch von den Übertragungslinsen zu trennen.

Wie aus den Figuren 1 und 2 hervorgeht, ist der Lichtleiter bei "A" in dem Handgriff 62 abgewinkelt und wird vollkommen ringförmig im Bereich des Winkels "A", wo er durch geeignete Einrichtungen, wie z. B. durch die Adapter 66 und 68, an die Lichtquelle 20 angeschlossen ist. Es ist zwar erforderlich, jede konstruktionsbedingte gegenseitige störende Beeinträchtigung zwischen dem proximalen Ende des Lichtleiters und der Betrachtungslinsenanordnung zu beseitigen, der Winkel A wird jedoch vorzugsweise auf etwa 30° oder auf weniger minimiert, so daß kein übertragenes Licht verlorengeht.

Das Endoskop wird mit einem relativ unkomplizierten Verfahren zusammengefügt. Alle Linsenelemente mit Ausnahme der distalen Zerstreulinse 28 werden zuerst in der beschriebenen Weise in Abschirmpapier eingelegt und dann in den Lichtleiter eingesetzt. Zwischen den Elementen des Objektivlinsensystems werden Distanzstücke 29 vorgesehen, so daß eine axiale Trennung gewährleistet ist. Die distale



Zerstreuungslinse deckt in der in Figur 1 dargestellten Weise das distale Ende des Endoskops ab, und der Rest des optischen Systems wird in Richtung zu dem distalen Ende geschoben, um den axialen Abstand einzustellen. Beim Einführen der Elemente des optischen Systems in das Rohr 58 kommt es zur Zentrierung. Der Lichtleiter 14 und das Rohr 58 sind beide, wie oben erwähnt, aus einem festen, starren Material gefertigt, damit es beim Einsetzen zu keiner Aufwölbung kommt und eine ausreichende Lagerung und Zentrierung des optischen Systems gewährleistet ist. Jedoch wird dem Lichtleiter etwas Druckflexibilität belassen.

Die Erfindung umfaßt auch ein optisches System aus polymeren Linsenelementen, die vorzugsweise aus einem Kunststoff mit geringer Dispersion und mit optischer Qualität gefertigt sind, wie z.B. aus Acryl. Das optische System umfaßt: (1) eine Objektivlinsenordnung zur Erzeugung eines reellen Bildes von einem ausgeleuchteten Bereich, dessen Farblängsfehler im wesentlichen nicht beseitigt sind, und (2) ein Übertragungslinsensystem, dessen Fehler im wesentlichen ebenfalls nicht beseitigt sind, und das eine ungerade Anzahl symmetrischer Paare von polymeren Stäbchenlinsen (oder eine gerade Anzahl, die in Verbindung mit einem Umkehrprisma verwendet wird) umfaßt, wobei die Stäbchenlinsen das Bild entlang der Länge des Endoskops übertragen können und ein Bild erzeugen, das betrachtet und wahlweise vergrößert werden kann. Bei einer bevorzugten Ausführungsform entsprechen die Objektiv- und die Übertragungslinsensysteme der obigen Beschreibung und der Darstellung in Figur 1.

Bei noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der Okularabschnitt 70 mit einer Einrichtung zum Anschließen der Betrachtungsvorrichtung an eine Anzeige, Kamera oder andere Aufnahmeeinrichtung versehen, so daß eine Anzeige oder eine fotografische oder andere Aufnahme von einer endoskopischen Untersuchung hergestellt werden kann.

Somit kann die optische Betrachtungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, wie aus dem obigen zu entnehmen ist, relativ preiswert hergestellt werden; im Gegensatz zu bekannten analogen Vorrichtungen, die aus einer Anzahl von geschliffenen Glaslinsen und Spiegeln bestehen, weist die vorliegende Erfindung eine große Anzahl von preiswerten Polymerelementen auf, die den Lichtleiter sowie die Übertragungs-, Objektiv- und Betrachtungslinsen umfassen. Schließlich werden der Durchmesser und die Komplexität der Vorrichtung insgesamt wesentlich verringert, da in der Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung der Lichtleiter zweifach wirkt als die Lagerungseinrichtung für das System von Übertragungslinsen.

Obwohl die Erfindung in Verbindung mit den bevorzugten spezifischen Ausführungsformen derselben beschrieben wurde, muß besonders angemerkt werden, daß die optische Betrachtungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zwar in Verbindung mit ihrer Verwendung als Endoskop beschrieben wurde, jedoch auch andere Verwendungszwecke der Vorrichtung beim Betrachten von schlecht erleuchteten und abgelegenen Bereichen im allgemeinen klar und deutlich im Rahmen der Erfindung liegen.

EP 88904159.6  
ENDOTHERAPEUTICS

PATENTANSPRÜCHE:

1. Optisches System zur Verwendung in einem Endoskop, wobei sich das optische System längs einer im allgemeinen langgestreckten Achse erstreckt und ein distales Ende sowie ein proximales Ende besitzt, umfassend: am distalen Ende des optischen Systems ein Objektivlinsensystem (22) mit einer Vielzahl von Objektivlinsenelementen (28, 30, 32); am proximalen Ende des optischen Systems ein Betrachtungslinsensystem (42), das aus mindestens zwei Betrachtungslinsenelementen (44, 48, 46) besteht; und eine Reihe (38) von symmetrischen Paaren von bikonvexen Übertragungslinsen (40), die längs der langgestreckten Achse und zwischen dem Objektivlinsensystem und dem Betrachtungslinsensystem angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Objektiv- und Betrachtungslinsenelemente (28, 30, 32, 44, 46, 48) aus polymerem Material bestehen, und daß die symmetrischen Paare von Übertragungslinsen als Einzelelemente geformte polymere Stäbchenlinsen (40) umfassen, die Ende an Ende zueinander angeordnet sind, wobei jede der polymeren Stäbchenlinsen (40) brechende Eingangs- und Ausgangsflächen (33, 35) derselben Brennweite aufweist und aus einem Material mit im wesentlichen einheitlichem Brechungsindex gefertigt ist.

2. Optisches System nach Anspruch 1, bei dem (i) die Übertragungslinsenordnung eine ungerade Zahl symmetrischer Paare von polymeren Stäbchenlinsen (40) umfaßt oder (ii) die Übertragungslinsenordnung eine gerade Zahl symmetrischer Paare von polymeren Stäbchenlinsen (40) umfaßt, und bei dem das Betrachtungslinsensystem (42) ein Umkehrprisma umfaßt.

3. Optisches System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Betrachtungslinsenelemente (44, 46, 48) und/oder die Objektivlinsenelemente (22) aus einem polymeren Material mit geringer Dispersion bestehen.

4. Optisches System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Stäbchenlinsenelemente (44, 46, 48) aus einem polymeren Material mit geringer Dispersion bestehen.

5. Optisches System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das ein Bild ohne Korrektur von Farbblängsfehlern erzeugen und übertragen kann.

6. Vorrichtung zur Betrachtung eines Bereichs in einer Körperhöhle oder dergleichen, umfassend:

einen Lichtleiter (14) mit einem distalen Ende (18), einem proximalen Ende (16) und einer langgestreckten Achse, der so ausgelegt ist, daß er Licht vom proximalen Ende so ausrichtet, daß es einen in der Nähe des distalen Endes des Lichtleiters zu betrachtenden Bereich (24) beleuchtet; und, getragen von und angebracht in dem Lichtleiter (14), ein optisches System nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, bei der der Lichtleiter (14) und die auf ihm gelagerten und von ihm ausgerichteten Objektiv -, Übertragungs- und Betrachtungslinsensysteme (22, 38, 42) in einem langgestreckten, im wesentlichen starren Rohr (58) untergebracht sind, wobei die der Übertragung dienenden Stäbchenlinsen (40) sicher in dem Rohr (58) verkeilt sind, so daß sie in axialer Ausrichtung entlang der Länge des Rohrs (58) gehalten werden.

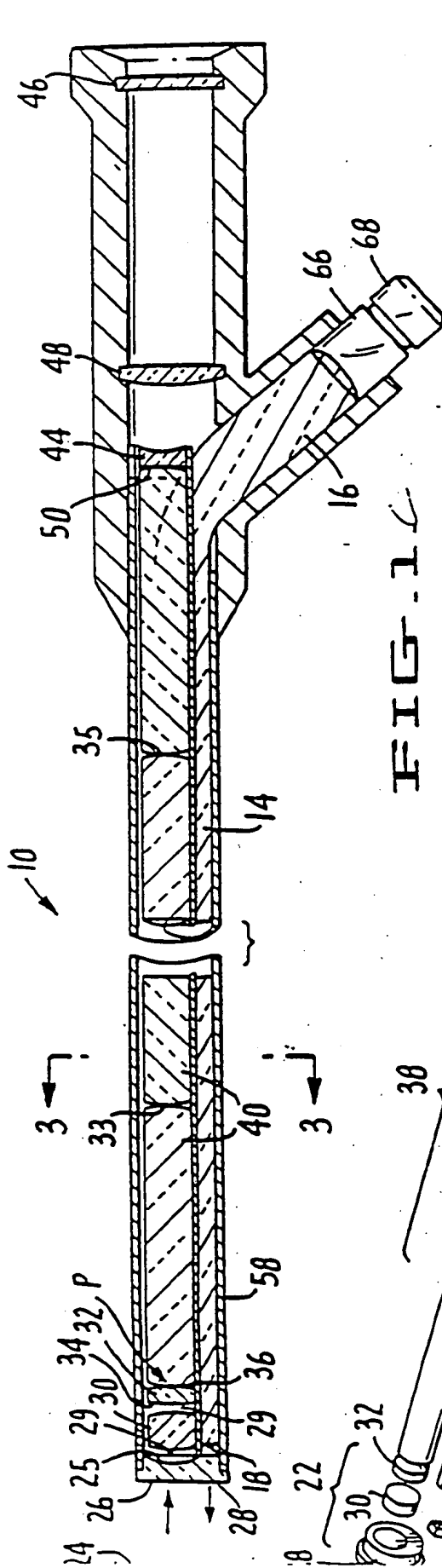


FIG. 1

FIG. 2

FIG. 3

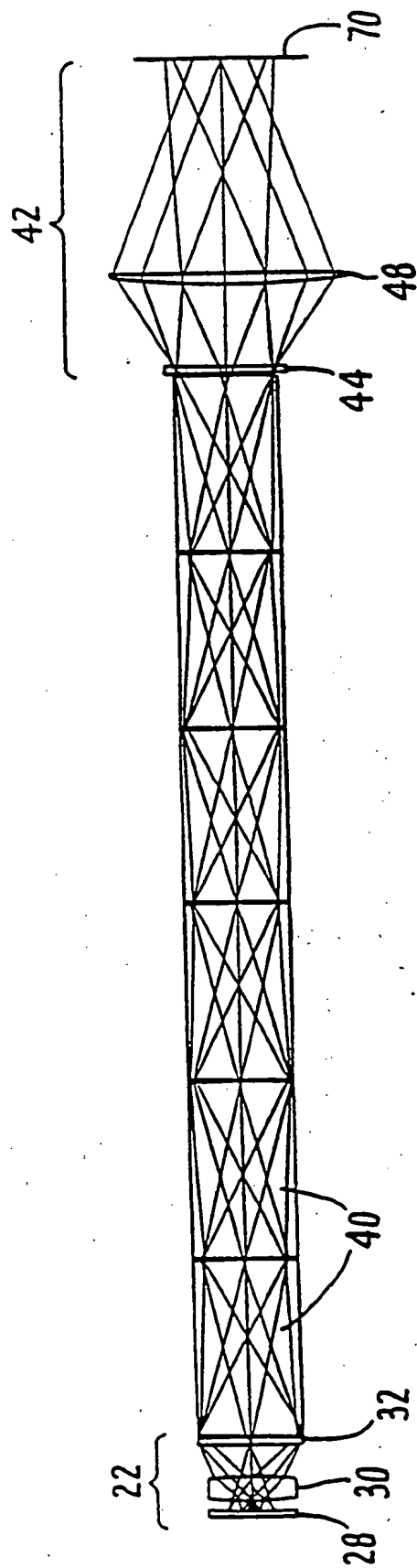


FIG. 4.